DIE RADIOLOGISCHEN UNTERSUCHUNGEN DER KIEFERGELENKSFUNKTION ZUR KLÄRUNG DES NEURALGIFORMEN GESICHTSSCHMERZES

ANNELIESE GUNKEL

1968

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41545802_0036

AUS DER NEURORADIOLOGISCHEN ABTEILUNG
(Vorsteher: Professor Dr. K. DECKER)
DER NERVENKLINIK DER UNIVERSITÄT MÜNCHEN

DIE RADIOLOGISCHEN UNTERSUCHUNGEN DER KIEFERGELENKSFUNKTION ZUR KLÄRUNG DES NEURALGIFORMEN GESICHTSSCHMERZES

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde in der Zahnheilkunde
verfaßt und
einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

ANNELIESE GUNKEL

aus Bromberg

München 1968

LEIDIG-Druck, 8 München 2, Dachauerstr. 46/I, T. 59 21 24

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Berichterstatter:	Professor Dr. K. DECKER
Mitberichterstatter:	Professor Dr. Dr. F. BRACHMANN
Dekan:	Professor Dr. F. HOLLE

Tag der mündlichen Prüfung: 9. Juli 1968

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

MEINER MUTTER

IN DANKBARKEIT GEWIDMET

INHALTSVERZEICHNIS

		Seite
I.	EINLEITUNG	7
II.	ALLGEMEINER TEIL	8
	A. Zur Anatomie des Kiefergelenkes	8
	1. Allgemeine Anatomie	8
	2. Die nervöse Versorgung des Kiefergelenkes	10
	B. Zur Physiologie des Kiefergelenkes	12
	1. Die Kaumuskeln	12
	2. Der Mechanismus der Gelenkbewegung	12
	C. Physiologische Anpassung des Kiefergelenkes	14
	D. Erkrankungen im Bereich des Kiefergelenkes	15
	E. Die Arthropathia deformans	17
III.	SPEZIELLER TEIL	22
	Die Radiologie des Kiefergelenkes	22
	A. Allgemeine Bemerkungen zur Problematik	22
	B. Verschiedene radiologische Darstellungstechniken	23
	C. Stellungnahme zur Tomografie	25
	D. Röntgenkinotechnik	27
IV.	DISKUSSION	29
V.	ZUSAMMENFASSUNG	30
VI.	LITERATURVERZEICHNIS	32

I. EINLEITUNG

Die Ursache des neuralgiformen Gesichtsschmerzes und seine Diagnostik interessiert seit langem verschiedene medizinische Fachgebiete.

Der Zahnarzt denkt an verschiedene Ursachen:
ein pulpitischer, periodontitischer oder gangränöser Zahn mit ausstrahlenden Schmerzen in die Ohr- oder Hinterhauptgegend, eine Ostitis, die durch sichtbare klinische Symptome (Parulis, lokalisierter Druckschmerz, toter Zahn) abzuklären ist.
Der Otolaryngologe denkt zunächst an Entzündungen des Ohres und der Nasennebenhöhlen.
Der Neurologe beschäftigt sich mit den Patienten, deren Schmerzen nicht mehr zu erklären sind und die an eine zentrale Ursache denken lassen.
Auch Erkrankungen des Kiefergelenkes können zu Schmerzen führen, die einer echten Trigeminusneuralgie sehr ähnlich sein können. Sie treten plötzlich auf, sind sehr heftig, strahlen in Kiefer- und Hinterhaupt aus und können durch Kaubewegungen verstärkt werden.
Eine Röntgenuntersuchung des Kiefergelenkes sollte daher bei jedem entsprechenden Patienten durchgeführt werden.
Vor einer Erörterung der Aufnahmemethode ist die Anatomie des Gelenkes und die Physiologie seines Bewegungsablaufes darzustellen.

II. ALLGEMEINER TEIL

A. ZUR ANATOMIE DES KIEFERGELENKES

1. Allgemeine Anatomie

Das Kiefergelenk verbindet den Unterkiefer mit dem Rest des Schädels. Die artikulierenden Knochenoberflächen werden vom Os temporale und der Mandibula gebildet, dazwischen liegt der Diskus articularis. Dieser teilt das Gelenk in einen oberen und einen unteren Teil. Die Capsula articularis schließt das Gelenk und seine laterale Oberfläche ein und wird verstärkt durch ein Band des Kollateraltypus, das Lig. laterale. Weiterhin gehen einige akzessorische Bänder direkt von der Schädelbasis zum Unterkiefer, das Lig. sphenomandibulare und das Lig. stylomandibulare.
Das Kiefergelenk liegt direkt subkutan vor dem Porus acusticus externus unter Zwischenlagerung von einigem Gewebe der Glandula Parotis. Medialwärts schließt sich der Proc. styloideus an und noch weiter medial der Parapharyngealraum.
Einige wichtige Gefäße und Nerven gehen nahe am Kiefergelenk vorbei: die Chorda tympani, der N. auriculotemporalis und die Arteria maxillaris, weiterhin die A. temporalis superior, die A. meningica media und noch einige kleine Gefäße und Nerven.

Das Gelenkköpfchen wird vom zylindrischen oder ellipsoiden Kopf des Unterkiefers gebildet (Collum mandibulae). Es stellt den artikulierenden Teil des Unterkiefers dar und ist durch die Außenhaut zu tasten.
Die obere und vordere Oberfläche des Köpfchens wird vom Gelenkknorpel bedeckt, welcher eine Dicke von 8 - 20 mm besitzt. Die artikulierende Oberfläche ist stark gekrümmt in anterior-posteriorer Richtung und leicht konvex in medio-lateraler. Junge Individuen haben abgerundete, ältere abgeflachtere Kondylen.

Die artikulierende Fläche des Os temporale liegt vor der Pars tympanice ossis temporalis und enthält einen hinteren konkaven Teil, die Fossa mandibularis, und eine anteriore konvexe Oberfläche, das Tuberculum articulare. Die gesamte Artikulationsoberfläche wird von einer Schicht Faserknorpel bedeckt, welcher nach vorn die Fissura petrotympanica erreicht und das Tuberculum articulare anteriorwärts bedeckt.
PARMA (1936) und STEINHARDT (1934) unterscheiden zwischen zwei Gelenktypen: das geschlossene Gelenk, wobei sich die laterale Wurzel des

Proc. zygomaticus über die Außenseite des Tub. articulare ausdehnt und das offene Gelenk, wo diese Ausdehnung fehlt und die Kondylenkontur flach und weich ist.

STEINHARDT (1957) stellte fest, daß der Gelenkknorpel eine typische histologische Struktur im kindlichen und wachsenden Alter besitzt. Die kollagenen Fasern des Knorpels bilden Bögen, deren Enden in der Grenzzone liegen. Die Spitzen dieser Gebilde können sich dehnen, wenn mechanische Kräfte auf das Gewebe einwirken.
Auf diese Tatsache muß bei einer Untersuchung des Knorpels auf die physiologische Beanspruchbarkeit geachtet werden. STEINHARDT (1957) unterscheidet auch drei Schichten des Knorpels: eine radiäre, eine Übergangs- und eine tangentiale Zone. Nach 25 Jahren soll noch eine vierte, unterhalb der tiefsten Zone gebildet werden.

Die faserige Gelenkkapsel ist am Os temporale vergleichbar dünn angeheftet, an der lateralen Oberfläche durch das Lig. triangulare verdickt.
WASSMUND (1953) unterscheidet zwischen zwei Kapselschichten, eine dichte interne und eine lockere externe. Beide haben dieselben temporalen Ansätze, aber kaudalwärts inseriert die innere direkt unterhalb des Gelenkköpfchens, während die äußere einen Zentimeter tiefer reicht. Vermutlich setzt der Diskus nur an der inneren Kapsel an. Der obere Teil des Kapselbandes ist recht locker und erlaubt ausgedehnte Gleitbewegungen, der untere Teil ist dichter und verringert die Bewegung des Diskus beträchtlich.

Der Diskus ist eine dünne, elliptische Lamelle aus Faserknorpel, welche den Platz zwischen den zwei artikulierenden Knochenoberflächen ausfüllt. Anterior-, medial- und lateralwärts ist er direkt mit der Kapsel verschmolzen, nach hinten geht er in eine dicke Schicht von lockerem und gefäßreichem Bindegewebe über und verschmilzt hier mit der Gelenkkapsel.
Untersuchungsergebnisse von FRENKEL (1965) zeigen, daß

1. der Diskus articularis des Menschen die gleichen altersbedingten Veränderungen zeigt wie andere Diski und Meniski auch. Diese Veränderungen werden erst im höheren Alter manifest.
2. die Bildung von sogenannten "Knorpelinseln" im Diskus articularis sowie deren Lokalisation einen Hinweis auf die relativ gute Reaktionslage des Diskus und auf den Ort der funktionell stärksten Beanspruchung bei vollständig erhaltenem Gebiß geben,
3. die normalen Altersveränderungen demnach keine Anhaltspunkte für Diskusschäden geben, die auf eine verstärkte Disposition im jugendlichen Alter hinweisen.

2. Die nervöse Versorgung des Kiefergelenkes:

Während die Bewegungen des Kiefergelenkes schon seit Mitte des vorigen Jahrhunderts lebhaft diskutiert wurden, war es lediglich RÜDINGER (1857), der die Nervenversorgung des Kiefergelenkes makroskopisch darstellte. In der letzten Zeit beschäftigten sich SCHMID (1966) und THILANDER (1961) mit der makroskopischen und mikroskopischen Darstellung des Gelenkes. Eine Zusammenfassung ihrer Ergebnisse gebe ein kurzer Überblick.

Der N. mandibularis versorgt mit seinen Fasern das Kiefergelenk von allen Seiten, wobei er den N. auriculo-temporalis, den N. masetericus und den N. temporalis profundus post. abgibt. Darüberhinaus spielen auch Fasern des Ganglion oticum eine Rolle, die der vegetativen Versorgung dienen.

Der N. auriculotemporalis wendet sich auf der Schädelbasis nach lateral an der Innenseite des Ansatzes des M. pterygoideus lat. entlang, zieht oberhalb der A. maxillaris am okzipitalen Rand des Kiefergelenkes vorbei und biegt dann über den Proc. zygomaticus des Schläfenbeins kranialwärts um. Vor dem Tragus erreicht er die Ohrmuschel und zieht zur Haut der Schläfe hin. Der Nerv gibt auf seinem Weg um das Kiefergelenk vier Gelenkästchen ab. Der erste und der zweite Ast treten annähernd senkrecht in den disko-squamalen Teil der fibrösen Kapsel ein, der dritte verläßt den N. auriculo-temporalis bei der Umbiegung um das Capitulum mandibulae, und der vierte tritt von lateral her, im Verankerungsbereich des Diskus articularis, in die Faserschicht der Gelenkkapsel ein.

Der N. masetericus gelangt zusammen mit der Am. masseterica am hinteren Rand des M. temporalis durch die Incisura mandibulae an die Innenfläche des M. masseter. An der Versorgung der Gelenkkapsel beteiligt sich der N. masetericus regelmäßig mit vier Ästen. Der erste tritt von rostral her über dem Ansatz des M. pterygoideus lat. in das Stratum fibrosum der Kapsel ein und tritt zusammen mit dem zweiten Ast senkrecht in diese ein. Der dritte und der vierte Ast versorgen das Stratum fibrosum der Kapsel. Alle vier Äste treten im Diskusbereich ein und melden daher in erster Linie Verschiebungen der disko-squamalen Kammer des Gelenkes.

Der N. temporalis profundus post. zieht am Ursprungswinkel des Proc. zygomaticus kranialwärts und gibt regelmäßig nur einen Ast zur Gelenkkapsel ab. Der Ramus articularis liegt frei beweglich im Bindegewebe und tritt senkrecht in die Gelenkkapsel ein, etwa an der Verwachsungsstelle des Discus articularis mit der Kapselschicht.

Der vegetative Gelenkast des Ganglion oticum tritt tangential in die Gelenkkapsel ein und hat eine gut erkennbare harfenförmige Aufteilung in der fibrösen Kapselschicht. Die Eintrittsstelle liegt im disko-squamalen Kapselbereich.

Die Anordnung der Nervenfasern ist im Hinblick auf die Mechanik der Gelenke von Bedeutung, da die Gelenkbahn von einer neuromuskulären Koordination bestimmt wird (PUFF, 1963). Schutz vor Zugbeanspruchung bieten die Eigenelastizität der Nerven und die Nervenscheide, die vom Gelenkast mitgenommen wird. Perineurium und Epineurium schützen mit ihren bindegewebigen Anteilen die Axone vor mechanischer Schädigung. Als weitere Sicherheitsmaßnahme kann man schließlich auch die Tatsache werten, daß Gelenknerven bereits vor Erreichen der Kapselgrenze, in der äußeren Schicht des Periostes eingemauert, auf dem Knochen verlaufen und so über den Kapselansatz hinweg die oberflächlichen Schichten der fibrösen Kapsel erreichen.

B. ZUR PHYSIOLOGIE DES KIEFERGELENKES

1. Die Kaumuskeln:

Zur Kaumuskulatur gehören der M. temporalis, der M. masseter, die Mm. pterygoidei med. und lat. Der M. temporalis entspringt an der Linea temporalis sup., an der Seitenwand des Schädeldaches und setzt am Proc. coronoideus des Ramus mandibulae an. Er gehört zu den Kieferschließern, wobei der dorsal entspringende Teil den vorgeschobenen Unterkiefer zurückzieht.

Der M. masseter besteht aus zwei Schichten. Der oberflächliche Teil entspringt am vorderen und mittleren Teil des Arcus zygomaticus, der tiefere am mittleren und hinteren Abschnitt. Sein Ansatz ist die Tuberositas masseterica außen am Angulus mandibulae. Zwischen oberflächlichem und tiefem Teil befindet sich eine nach dorsal offene Muskeltasche. Der M. masseter bewirkt den Kieferschluß. In der Fossa pterygoidea des Proc. pterygoideus entspringt der M. pterygoideus med. und setzt innen am Angulus mandibulae, der Tuberositas pterygoidea an. Der Muskel bildet zusammen mit dem M. masseter am Kieferwinkel eine starke Muskelschlaufe. Wie die zwei vorhergenannten bewirkt auch der M. pterygoideus med. den Kieferschluß.

Eine wichtige Rolle in der Kaubewegung spielt der M. pterygoideus lat., der in zwei Portionen entspringt: ein oberer Teil an der Crista infratemporalis des großen Keilbeinflügels, ein unterer, größerer Teil an der Lamina lateralis des Proc. pterygoideus. Sein Ansatz ist am Proc. condylaris des Kiefergelenkes direkt, wobei seine Fasern in den Diskus und die Gelenkkapsel einstrahlen. Bei doppelseitiger Kontraktion bewirkt er eine Vorschubbewegung des Unterkiefers, bei einseitiger Kontraktion die Mahlbewegung.

2. Der Mechanismus der Gelenkbewegung:

Die physiologischen Bewegungen des Gelenkes sind kompliziert. Sie werden bewirkt durch ein genau abgestimmtes Zusammenspiel der Kaumuskeln, der Zahnreihen, des Nervensystems und des Gelenkes. Andere Kräfte, welche die Kaubewegung kontrollieren, sind Gewicht des Unterkiefers, Unterzungenmuskulatur und die Elastizität des Oesophagus und der Trachea.

Die Ruhelage des Unterkiefers wird von Muskelgruppen mit ihrer Restaktivität bewirkt, während andere passiv bleiben. So wird die aktive Wirkung der Unterzungenmuskulatur und des Unterkiefergewichtes durch die Rest-

aktivität der Kaumuskeln im Gleichgewicht gehalten.

Die Öffnungsbewegung des Unterkiefers wird durch die kontrahierende Unterzungenmuskulatur aktiv bewirkt, indem die Restaktivität des M. temporalis abnimmt. Der M. pterygoideus lat. stabilisiert die Bewegung und hält den Kontakt zwischen Condylus und Tub. articulare durch Zwischenschaltung des Diskus aufrecht.

Der Kieferschluß wird von dem M. temporalis, dem M. masseter und M. pterygoideus med. bewirkt. Die suprahyoidale Gruppe ist aktiv durch Stabilisierung und Bremsung der Bewegung, und die Funktion wird durch den M. pterygoideus lat. stabilisiert. Wenn der Unterkiefer ohne großen Kraftaufwand geschlossen wird, herrscht die Kontraktion des M. temporalis vor. M. masseter und M. pterygoideus med. prädominieren beim stärkeren Kieferschluß.

Die Vorschubbewegung des Unterkiefers wird von den Mm. pterygoidei lat. beider Seiten bewirkt, die synchron arbeiten.

Die Seitwärtsbewegung wird von einer einseitigen Kontraktion dieses Muskels hervorgerufen, z.B. zieht eine Kontraktion des linken Muskels den Unterkiefer zur rechten Seite. Dabei bringt der M. temporalis der linken Seite ihn wieder zur Ausgangsposition zurück.

Die Funktionen des Diskus sind vielseitig. Er füllt den Gelenkspalt aus, korrigiert ihn und verteilt den Druck. Er zerlegt die Bewegung des Kondylus in seine funktionellen Komponenten und lenkt diese auf verschiedene Teile des Kiefergelenkes, indem er Spannungs- und Druckanstieg der Gewebe verhindert.

KJELLBERG (1901) erwähnte zum ersten Mal, daß der Diskus die Aufgabe habe, die Inkongruenz zwischen Neigung des Gelenkköpfchens und Gelenkgrube auszugleichen. SICHER (1952) und STEINHARDT (1957) zeigten, daß ein direkter Zusammenhang zwischen der Dicke des Diskus und der Tiefe der Gelenkgrube besteht.

Die Ansichten über den Weg des Kondylus sind auf Grund von Röntgenfilmuntersuchungen und extraoralen Aufzeichnungen unterschiedlich.

GYSI (1908) beschrieb sehr ausführlich eine extraoral aufgezeichnete s-förmige Kondylenbahn, ZIMMER (1941) gab einen Weg an, bei dem der Kondylus zunächst abwärts und dann nach vorwärts verläuft, und HIELSCHER (1961) fand einen nach kaudal gerichteten variablen bogenförmigen Verlauf der Kondylenbewegung.

C. PHYSIOLOGISCHE ANPASSUNG DES KIEFERGELENKES

Beim Neugeborenen können sich Kontraktionen der Kaumuskulatur nur in sehr milder Form auf die Gelenkgrube auswirken. Druckwirkungen werden kaum Schäden zur Folge haben, da die Knorpeldecke des Gelenkkopfes dem hyalinen Knorpel ähnlich aufgebaut ist. Mit dem Durchbruch der Milchzähne übernehmen diese unter Ausbildung von Stützzonen den Druck der Kaumuskulatur in der Schlußbißphase. Damit tritt eine Bißhebung ein, durch die der Gelenkkopf aus der Gelenkgrube heraus auf die Rückfläche des Tub. articulare verlagert wurde. Zugleich wandelt sich auch der Knorpel in typischen Faserknorpel um. Beim Durchbruch der bleibenden Zähne tritt dann eine weitere Bißhebung ein, und der für das Kiefergelenk typische Faserknorpel bekommt jetzt eine funktionelle Ausrichtung.

Nach STEINHARDT (1957) finden wir unter normalen Umständen wenigstens histologisch kaum Zeichen, die für eine Mehrbelastung bei Rückwärtsbewegungen der Gelenkköpfe sprechen würden. Je nach Bißtyp und Kauvorgang sehen wir die funktionelle Beanspruchung der zugehörigen Gelenkflächen.

Zu bedenken wäre immer, daß es sich bei dem ganzen Geschehen um einen komplexen Vorgang handelt, der unter dem Blickpunkt der Leistungsfähigkeit der Gewebe gesehen werden muß. So kann z. B. ein durch Mikrotraumen oder Infektion geschädigter Gelenkknorpel eine vermehrte Beanspruchung nicht mehr so gut ausgleichen wie ein gesunder. Umgekehrt verträgt ein hochwertiger und widerstandsfähiger Knorpel leicht Schäden und Mehrbelastungen. Dabei spielen auch Alter und Konstitution des Patienten eine wichtige Rolle. Eine erstaunliche Regenerationsfähigkeit sehen wir bei Jugendlichen, wo Belastungsschäden weitgehend reparabel sind.

D. ERKRANKUNGEN IM BEREICH DES KIEFERGELENKES

Durch die so vielseitige und komplizierte nervöse Versorgung des Kiefergelenkes und die individuell schwankenden Überschneidungen der verschiedenen Nerven, sind neuralgische Schmerzen in diesem Bereich nicht selten und oft sehr schwierig zu diagnostizieren.

Auch iradiierende Schmerzen bei klinisch mehr oder weniger versteckten Prozessen machen differentialdiagnostisch oft erhebliche Schwierigkeiten. Endgültig können nur Anamnese, klinischer und röntgenologischer Befund zur Sicherung der Diagnose fuhren. Bei der Untersuchung denkt man daher an verschiedene Krankheiten im Bereich des Kiefergelenkes, die sich in akute und chronische Prozesse trennen lassen.
Dabei unterscheidet man zwischen Prozessen, die direkt das Gelenk betreffen und jenen mit ausstrahlenden Schmerzen in den Gelenkbereich. Zum Beispiel sind nach einem Unfall mit nicht oder unvollkommen reponiertem Jochbein oder Jochbogenbruch mit Muskelfortsatzbruch (MÜLLER, 1963) Schmerzen im Gelenkbereich manchmal durch Verwachsungen zwischen Muskelfortsatz und Jochbein bedingt. Als weiteres kann ein hochverlagerter unterer Weisheitszahn, ohne das klinische Bild einer Dentitio difficilis zu verursachen, einen Gelenkschmerz vortäuschen. Das Gleiche gilt für einen in der Fossa pterygopalatine hoch retinierten oberen Achter.
GÜNTHER (1966) fand den seltenen Fall eines eosinophilen Granuloms im Kieferwinkel, welches neurologischerseits als Trigeminusneuralgie des dritten Astes diagnostiziert wurde und paroxysmale Schmerzen verursachte. Parotitis, Otitis media und eine Osteomyelitis in der Nachbarschaft können die gleichen Symptome zeigen, wenn sie auch meistens mit lokalisiertem Druckschmerz und weiteren charakteristischen Symptomen verbunden sind. Dennoch kommt es immer wieder vor, daß solche Patienten auf eine "Trigeminusneuralgie" behandelt werden.
Eine wichtige Rolle spielen Tumoren im Gelenkbereich, die wegen ihrer Druckwirkung auf den Trigeminus ausstrahlende Schmerzen verursachen können. Hierbei spielt der klinische Tastbefund eine überaus wichtige Rolle. Zu erwähnen wären Osteome, Zysten, Riesenzelltumoren, Karzinome, Sarkome, Odontome, Adamantinome. Auch ein Prozeß in der mittleren Schädelgrube, z.B. ein Kleinhirnbrückenwinkeltumor kann wegen seiner Auswirkung auf den Trigeminus paroxysmale Schmerzattacken in der Gelenkgegend verursachen. Pathologische Veränderungen im Kiefergelenk direkt können akute und chronische Prozesse hervorrufen, von denen die chronischen weitaus häufiger und auch für diese Arbeit wichtiger sind.

Zu erwähnen sind von den akuten Krankheiten die pyogene und seröse (rheumatische) Arthritis. Die pyogene Form finden wir bei Gelenkfrakturen dann, wenn die rückwärtigen Stützzonen fehlen und die Kraft des Traumas sich nach rückwärts oben auswirkt (STEINHARDT, 1957).

Die schon erwähnten Krankheiten des Ohres und der Parotis können auf das Gelenk übergreifen und eine akute pyogene Arthritis verursachen. Die rheumatische Arthritis des Kiefergelenkes ist selten, da nach AXHAUSEN (1947) das Kiefergelenk im Gegensatz zu anderen Gelenken des Körpers von dieser Form weniger betroffen wird.
Chronische Erkrankungen des Kiefergelenkes sind häufig und hauptsächlich auf Belastungsschäden zurückzuführen. Ort des Schadens ist dabei der chondro-ossale Teil der Gelenke, und ursächlich kommen funktionelle und statische Faktoren in Frage. Wird die Gleitkomponente der Bewegung forciert getätigt oder kaut ein Patient z.B. mit Deckbiß vor allem mit seinen Frontzähnen, kann es zu Reaktionen des subchondralen Knochenmarkgewebes kommen durch Abriß an der Knorpel-Knochengrenze, die durch Überschreiten der Elastizitätsgrenze des Deckknorpels, besonders am Tuberculum articulare, entsteht. Entsprechend kann es auch bei Forcierung der Drehkomponente zu Abrissen und Einrissen der Knorpeldecken des Gelenkkopfes mit reaktiven subchondralen Veränderungen kommen (STEINHARDT, 1957). Solche Anpassungserscheinungen findet man weniger nach der Bißform als nach der Art der funktionellen Inanspruchnahme der einzelnen Teilkomponenten beim Kauvorgang.

STEINHARDT (1957) erklärt die statischen Faktoren der Belastungsschäden wie folgt: "Fehlen die Stützzähne ein oder doppelseitig, wirkt sich die Übersuffizienz der Kaumuskulatur ungehemmt aus. Die Ansatzstelle des M. pterygoideus lat. als Zügler unterliegt Zerrungen, Abrissen und Knochenumbauvorgängen. Ebenso müssen sich auch die temporokondylären Ligamente lockern, die zusammen die übliche Lage des Proc. articularis an der Rückfläche des Tub. articulare sichern. Der Gelenkkopf wird ein- oder beidseitig in die Fossa mandibularis gedrückt. Der Diskus kann dabei nach vorn heraus oder nach rückwärts gezerrt werden. Das hängt zum Teil von der Stellung der synergistischen Zähne des Restgebisses ab. Der Unterkiefer wird bei Erreichen der ehemaligen Okklusionslinie über diese nach vorn oder rückwärts in die terminale Okklusion gezwungen. Durch solche Rückwärts-Aufwärtslagerung können die Gelenke beim Schlußbiß stark belastet werden. Sie werden funktionell zu Drehgelenken und die Gelenkoberfläche des Proc. articularis wird vermehrt beansprucht. Durch Druck in der Okklusionsphase kann es weitgehend zu Erscheinungen im Sinne der Arthropathia deformans kommen".

E. DIE ARTHROPATHIA DEFORMANS

Zum Bild der Arthropathia deformans gehören nach STEINHARDT (1957) die Entartung des Knorpels, die Demaskierung der Fibrillen bis zur Nekrose der Knorpelzellen, Vaskularisierung und Ossifizierung des Knorpels, Auftreten von Fasermark im spongiösen Knochenbereich, Schliffflächen, Randwülste und freie Gelenkkörper. Bei den Kiefergelenken verläuft diese Krankheit meist doppelseitig, da die Gelenke durch den Unterkiefer miteinander verbunden sind. Außerdem finden wohl an keinem anderen Gelenk des Körpers so extreme Seitwärtsbewegungen statt.

Verschiedene Theorien wurden über die Ursache der Arthropathia deformans aufgestellt. POMMERS (1912) beschrieb die Vaskularisation und Ossifikation des Knorpels und zeigte die Anfangsstadien der Arthropathia. Seine Theorie lautete, daß durch den Elastizitätsverlust des Knorpels über gesunde basale Knorpelschichten hinweg, also indirekt, ein Regenerationsvorgang im subchondralen Mark veranlaßt werden kann. AXHAUSEN (1947) dagegen behauptet, daß die aseptische Nekrose des Gelenkknorpels die Regeneration direkt auslöse. Indirekte mechanische Einwirkung sei wichtig für den Regenerationsvorgang, aber nicht entscheidend. Heute sieht man die Ursache der Arthropathia deformans wohl in einem Mißverhältnis zwischen den abnutzenden funktionellen Kräften und der Widerstandsfähigkeit des Knorpels. Sicher ist die funktionelle Wertigkeit des Gelenkknorpels hier von besonderer Wichtigkeit. Minderwertiger oder altersbedingt abgenutzter Knorpel werden schon bei der normalen funktionellen Beanspruchung geschädigt. Ebenso einer durch vorhergehende akute Prozesse geschädigter Knorpel wird eine funktionelle Überbeanspruchung nicht mehr kompensieren können.

Auf dem gesamten Gebiet der Zahnheilkunde ist das Bestreben offensichtlich, Zähne, Kiefer, Gelenke und Muskeln als einheitliches Organ und nicht als isolierte Systems zu betrachten. Bei der Erforschung der Ätiologie und Genese von Kiefergelenkerkrankungen führte diese Tendenz zu einer Umschichtung der Auffassungen:
Es zeigte sich, daß die im Bereich des Kiefergelenkes und seiner Umgebung auftretenden Schmerzen nicht allein für Gelenkaffektionen symptomatisch sind, sondern ebenfalls auf Fehlleistungen und Irritationen der Muskulatur beruhen können (ESCHLER, 1953, HIELSCHER, 1962, HUPFAUF, 1964, STEINHARDT, 1957, WEISKOPF, 1963). Man darf erwarten, daß verbesserte Untersuchungsmethoden die funktionelle Analyse des mastikatorischen Systems und neuere Ergebnisse über die Beurteilung und Bewertung der Röntgenaufnah-

men des Kiefergelenkes zur Klärung der Zusammenhänge beitragen helfen. Als weitere Frage zur Ätiologie der Arthropathia deformans bleibt noch zu klären, warum gerade immer junge Frauen häufiger über dieses Leiden klagen.

BOMANN (1947) berichtet über eine junge Frau, bei der die Gelenke jedesmal bei der Menstruation anschwollen und das Reiben und Knacken während dieser Zeit stärker wurde.
SCHLEGEL, MOHR und ALTHOFF (1966) untersuchten experimentell die Auswirkung endokriner Regulationsstörungen auf das Rattenskelett. Durch Applikation von Nebennierenrindenhormonen verursachten sie degenerative Knochenveränderungen. Faserbildung und Synthese der Mucopolysaccharide waren gehemmt, der Mineralstoffwechsel gestört. Das Cortison verursachte offenbar eine Knochendemineralisation. Es wird angenommen, daß Anabolika diesen Veränderungen entgegenwirken und den geschädigten Knochen regenerieren. Allerdings ließen sich diese Anabolika nicht nachweisen und ihre Wirkung hat vermutlich verschiedene Ursachen. Da aber endokrine spontane Regulationsstörungen anderen Ursprungs seien als die experimentellen Schädigungen, sei es nicht möglich, die hormonelle Zusatztherapie bei Osteoporose mit Kiefergelenksbeschwerden abzulehnen.

Nach der Auffassung von HIELSCHER (1965) kommt es im Zeitraum der hormonellen Ausbalancierung zu einer vorübergehenden und zeitlich durchaus überschaubaren verminderten Widerstandsfähigkeit der Gelenkgewebe. Sonst adäquate Beanspruchungen lägen in der endokrinlabilen Periode außerhalb der Toleranzgrenze. Allerdings lassen die verbleibenden Mißerfolge bei weiblichen Patientinnen innerhalb dieser Periode immer wieder deutlich werden, daß der diagnostische Einblick noch immer unvollständig geblieben ist. Immerhin ist bekannt, daß nach Ausfall der Sexualhormone im Klimakterium und bei Sexualinsuffizienz Gelenkalterationen, besonders bei Frauen, erfolgen können (NOWAKOWSKI, 1957).

Die Symptome der Arthropathia deformans variieren. Bei röntgenologisch durchaus nachweisbaren Veränderungen ist es absolut nicht immer der Fall, daß die Patienten über Schmerzen klagen. Andererseits finden wir starke Schmerzen, Gelenkknacken und eventuelle Beschränkungen der Kieferbewegung an Gelenken, die im Röntgenbild keine Deformierung zeigen.
SPIRGI und NICOLAS (1967) gliedern die Symptome wie folgt auf:
1. nicht schmerzhaftes Knacken im Anfang oder am Ende der Mundöffnung,
2. schmerzhaftes Knacken,
3. schmerzhafte Einschränkung der Bewegungen am Morgen, die dann langsam verschwindet,

4. nicht schmerzhafte Einschränkung der Öffnungsbewegung,
5. Schmerzen in den Kiefergelenken bei der Kaubewegung,
6. seitliche Abweichung des Unterkiefers bei der Mundöffnung, eventuell mit Knacken,
7. dumpfe und tiefe Schmerzen, ständig oder intermittierende, die Ohrenschmerzen gleichen oder in die retroaurikulär-, Mandibular-, Temporal- und Okzipitalgegend ausstrahlen.

Die Symptome können isoliert oder verschiedenartig vergesellschaftet auftreten. Besonders unangenehm für den Patienten und schwierig für die Klärung der Diagnose wird es, wenn zu den übrigen Symptomen sich Schmerzen besonderer Art hinzugesellen, die meist neuralgiformen Charakter zeigen. Sie sind aber differentialdiagnostisch von der echten Neuralgie zu unterscheiden, da sie nur beim Kauvorgang und nicht spontan, bei Berührung der Haut, auftreten. Allerdings sind sie auch besonders hartnäckig und strahlen oft in den gesamten Gesichts- und Kopfbereich aus, so daß die Diagnose oft erhebliche Schwierigkeiten bereitet. COSTEN (1934 und 1937) hat jene Zusammenhänge herausgestellt und erklärt, daß der Druck des Proc. articularis auf den N. auriculotemporalis Schmerzen auslösen kann, die dann über den N. lingualis in die Zunge ausstrahlen können. Schmerzen im initialen Öffnungsabschnitt und ausstrahlende Schmerzen in die Schläfengegend, die erst im terminalen Öffnungsabschnitt auftreten, werden auch zum COSTEN-Syndrom gezählt.
Wenn wir uns das vorhergesagte über die außerordentlich verzweigte nervöse Versorgung des Kiefergelenkes noch einmal vor Augen halten, wird es deutlich, daß all diese Schmerzen ausstrahlen können, den verschiedensten Charakter haben können und oft das Bild einer echten Trigeminusneuralgie vorzutäuschen vermögen.

Aus dem vorher Gesagten ergibt sich nun die Forderung, bei der Untersuchung des Patienten nicht nur das betroffene Gelenk selbst zu untersuchen, sondern auch die übrigen Teile des mandibulo-maxillären Apparates in ihrer Gesamtheit und Wechselwirkung zu beachten.
Bei der Untersuchung muß man also Folgendes berücksichtigen (nach HUPFAUF, 1966):

1. Der okkluso-artikuläre Befund:
   Da vorzeitige Kontakte einzelner Zähne oder Zahngruppen und Zwangsbißführungen eine häufige Ursache von Kiefergelenksbeschwerden sind, muß man die Gebißanalyse nicht allein auf den morphologischen Befund beschränken, sondern die Beziehungen zwischen der Okklusion

der Zähne und der Artikulation der Kiefergelenke in den Vordergrund stellen (GERBER, 1964). Praktisch ist es sehr schwierig, fehlerhafte okklusale Kontakte exakt zu bestimmen und zu beseitigen, vor allem dann, wenn die neuromuskuläre Steuerung den Unterkiefer ohne Abweichung reflektorisch in die Zwangshaltung führt. Zu ihrer Klärung stehen zwei Verfahren: Kontrollsockelmethode von LAURITZEN (1964) und die Gebißanalyse von GERBER (1965), auf die aber nicht genauer eingegangen werden soll.

2. Der Muskelbefund:

Die Kaumuskulatur muß mit in die Untersuchung einbezogen werden, da es sich zeigt, daß die dumpfen, in das Kiefergelenk und seine Umgebung ausstrahlenden Schmerzen oft auf einer Muskelverspannung beruhen (ESCHLER, 1953, HIELSCHER, 1962). Der zusammenfliessende Ausstrahlungsbereich der sensiblen Versorgung der Gelenkpartien und der angrenzenden Kaumuskulatur ist durch die nervöse Versorgung bedingt, wie schon vorher erwähnt wurde. Aus den erwähnten Untersuchungen (SCHMID, 1966) kann man schließen, daß die im gleichen nervösen Ausbreitungsgebiet liegende Versorgung von Muskulatur, Synovia und der dorsalen Partien des Diskus bei Reizung dieser Gewebe zu Beschwerden führen, die sich auf gemeinsame Bezirke der Hautoberfläche projizieren. Es ist selbstverständlich, daß diese Zusammenhänge die Differentialdiagnose erschweren. So führt oft die Palpation durch den Druck auf einzelne Muskelabschnitte zur Auslösung präartikulärer Beschwerden, Schmerzen im Bereich des aufsteigenden Astes oder des Os temporale. Im Vordergrund der Untersuchung stehen der M. pterygoideus med. und lat., der M. masseter und der M. temporalis. Bei negativem Befund und unklarer Genese ist es auch wichtig, die Unterzungen- und Halsmuskulatur in den Untersuchungsbefund mit einzubeziehen.
Der Palpationsbefund kann die Gebißanalyse nur ergänzen, weil schmerzhafte Reaktionen einzelne Muskelabschnitte die Antwort auf verschiedene Reize darstellen: so kann die Ursache des Muskelschmerzes z.B. durch Bewegungshindernisse im Kiefergelenk entstehen, indem ein zerschlissener Diskus oder verhakter Kondylus zu einem zerhackten Funktionsablauf führen. Die fortwährende Unterbrechung der Bewegung verursacht in diesen Fällen einen reflektorisch bedingten Hypertonus der Muskulatur, wobei die Muskeln und die Bänder schmerzhaft reagieren. Andererseits können Verspannungen der Muskulatur auch auf Zwangsführungen, Gleithindernisse und Primärkontakte zurückgeführt werden. Drittens besteht die Möglichkeit, daß die Muskelschmerzen selbst auf Grund unbewußter emotioneller Konflikte durch Verspannungen hervorgerufen werden. Dabei ist es natürlich

möglich, daß die Verspannungen ihrerseits wiederum zu Fehlbelastungen und schmerzhaften Reaktionen des Gelenkes führen, und somit ein Circulus vitiosus resultiert.

Auch das sogenannte Knacken oder Krepitieren des Kiefergelenkes steht in direktem Zusammenhang mit den Muskelkoordinationen bei Erkrankungen des Kiefergelenkes.
Obwohl der Mechanismus dieses Geschehens nicht völlig bekannt ist, kann doch festgestellt werden, daß die Muskulatur dabei eine nicht unwichtige Rolle spielt. STEINHARDT (1957) weist darauf hin, daß beim natürlich abgestützten Gebiß eine verkrampfte Öffnungsbewegung Anlaß zu initialem und intermediärem Knacken geben kann. Einerseits kann hier eine zu früh einsetzende oder zu große Translation eine Rolle spielen, andererseits ist es möglich, daß der Gelenkkopf, nachdem er ein Hindernis überwunden hat, zu weit nach vorne und nach unten gleitet.
Festzustellen ist, daß der M. pterygoideus lat. eine wichtige Rolle spielt, wenn die Ursache des Knackens in der Dysfunktion der Muskeln liegt. Dieser Muskel nämlich ist mit seinem oberen Teil an die Kapsel, mit seinem unteren Teil am Gelenkkopf befestigt. Kontrahieren beide Teile nicht synchron, wird dieses eine Disharmonie in der Bewegung vom Discus articularis und Proc. condylaris zur Folge haben. Letzteres kann zu unkoordinierten Bewegungen von Diskus und Gelenkkopf mit dem Resultat des Knackens führen.
Zum Schluß sei noch kurz auf die Bewegungseinschränkung hingewiesen. Sie wird in vielen Fällen durch Muskelspasmus verursacht. In diesen Fällen ist es beinahe immer möglich, durch manuellen Druck auf die Zähne des Ober- und Unterkiefers die Mundöffnung zu vergrößern. Dieser Handgriff hat erhebliche Schmerzen zur Folge.

III. SPEZIELLER TEIL

DIE RADIOLOGIE DES KIEFERGELENKES

A. ALLGEMEINE BEMERKUNGEN ZUR PROBLEMATIK:

Die radiologischen Untersuchungen der Kiefergelenke werden mit dem Ziel durchgeführt, Veränderungen der Gelenkspaltbreite oder der Formen, Konturen und Strukturen, Luxations- und Subluxationspositionen der Gelenkwalzen oder Gelenkfrakturen und deren Folgen sowie die Lagebeziehung der Kondylen während der zentralen Okklusion und beim Auftreten klinischer Symptome festzustellen.

Für die Bewertung des Röntgenbildes ist die Projektionstechnik von ausschlaggebender Bedeutung (HUPFAUF, 1966). Da bei der Mehrzahl der jugendlichen Patienten sichtbare Veränderungen im Sinne einer Arthropathia deformans selten sind, wird den Lageverhältnissen des Kondylus zur Fossa articularis die größere Bedeutung beigemessen (LINDBLOM, 1960). Die Gelenkanteile differieren sowohl in ihrer Form als auch in ihren topografischen Beziehungen. Damit wird die Schwierigkeit einer zuverlässigen Beurteilung des Röntgenbildes fraglich. Mit Hilfe eines isolierten Röntgenbefundes kann die Diagnose wohl selten gestellt werden. Hingegen ist der radiologische Befund von großer Wichtigkeit zur Unterstützung der klinischen, vorher erwähnten diagnostischen Möglichkeiten.

Bei der radiologischen Darstellung ein und desselben Kiefergelenkes ändern sich Gelenkkopf- und Gelenkpfannenform sowie ihre topografischen Lagebeziehungen mit der Änderung der Richtung des Zentralstrahls. Ist man sich dieser Problematik bewußt, so ist es leicht verständlich, daß keine von den vielen beschriebenen Methoden zur sicheren radiologischen Darstellung des Kiefergelenkes völlig befriedigt.

B. VERSCHIEDENE RADIOLOGISCHE DARSTELLUNGSTECHNIKEN:

1. Die Schädelübersichtsaufnahme ist eine seitliche Schädelaufnahme, wie sie durch das Fernröntgenbild gegeben ist. Sie gibt uns Auskunft über die Beziehung des Gelenkbereiches zum Gesamtschädel, vermag aber keine Aussage über das Kiefergelenk zu machen.

2. Die Projektion nach PARMA (1932):
Am sitzenden Patienten wird bei horizontalem Strahlengang die Filmkassette parallel zur Sagittalebene befestigt. Das Prinzip ist eine Nahaufnahme, wobei das tubusnahe Gelenk durch Vergrößerung verwischt wird. Die Beziehungen zwischen Gelenkgrube und Kondylus können nicht so klar herausgestellt werden, weil der Zentralstrahl nicht durch die Längsachse des Kondylus geht.

3. Die Projektion nach SCHÜLLER (1912):
Bei der Projektion nach SCHÜLLER trifft der Hauptstrahl den Schädel in einem Neigungswinkel von 30°, etwa handbreit oberhalb des äußeren Gehörganges und ist auf den Gehörgang des zu untersuchenden, plattennahen Ohres gerichtet. Wenn auch bei dieser Aufnahmetechnik der Kondylus durch die Pyramidenspitze leicht überlagert wird, wird das Köpfchen relativ unverzerrt dargestellt. Deutlicher ist das in der Schlußbißstellung gewonnene Bild, welches seinen Wert bei der Öffnungsstellung verliert, weil es durch den inneren und äußeren Gehörgang sowie Paukenhöhle und Labyrinthblock überschattet wird. Diese Aufnahmetechnik kann man auch stereoskopisch vornehmen. Man erhält exakte Bilder, wenn eine günstige Abwinkelung gegeben ist.

4. Bei der Aufnahmetechnik nach CLEMENTSCHITSCH (1948)
gelingt es durch einen annähernd transversalen, etwas von unten und vorne kommenden Strahlengang, Teile des Kiefergelenkes unter dem dichten Knochenmassiv des Os temporale frei zu projizieren. Die störenden, im Strahlenverlauf liegenden Gebilde des Gesichtsschädels werden durch das Prinzip der Nahaufnahme bildunwirksam gemacht. Nur die stark schattengebenden oberen Molaren der filmfernen Seite können manchmal die Abbildung des Kiefergelenkes stören. Der Proc. pterygoideus der gleichen Seite wird im Bilde nach vorne projiziert.

Alle diese angeführten Darstellungen erreichen lediglich, das Kiefer-

gelenk in einer Ebene aufzuzeichnen. Die hinsichtlich der Forderung nach der Darstellung in zwei Ebenen am günstigsten wirkende Technik ist die Darstellungsmethode mittels Schichtverfahren.
POESCHEL (1945) hat bereits auf die grundlegenden Prinzipien der Schichtbildtechnik am Schädel hingewiesen, obwohl er die Tomografie des Kiefergelenkraumes in seinen Arbeiten nicht erwähnt. Daß die Darstellung der Schichtbildaufnahme bei der Darstellung des Kiefergelenkes einiges zu leisten vermag, betonen MATHIS und HAMMER (1941).

FRENKEL (1965) brachte mit einer Arbeit über die "Kontrasttomographie" die Darstellungsmethode der Kiefergelenksveränderungen einen erheblichen Schritt weiter. Durch die Injektion eines Kontrastmittels in den Gelenkspalt konnte er den Discus articularis gut darstellen.

C. STELLUNGNAHME ZUR TOMOGRAFIE:

Die tomografische Untersuchung war lange Zeit dadurch beeinträchtigt, daß Untersuchungen am Kiefergelenk nur am liegenden Patienten durchgeführt werden konnten. Im Liegen sind aber die Bewegungen des Kiefergelenkes erheblich beengt.

Eine weitere Einengung war, daß häufig nur lineare Schichten einen ungefähren Eindruck der Konturen des Kiefergelenkes vermittelten. Auch in der anatomischen Form des Gelenkes ergaben sich einige Schwierigkeiten. Das Kiefergelenk selbst stellt am Kieferköpfchen eine quergelagerte Walze dar, aus der ein relativ schmaler Mandiblast entspringt.
Weiter ist die Winkelbildung des Kiefergelenkes gegenüber der Sagittalebene in den einzelnen Fällen stark different. Für eine tomografische Untersuchung muß aber die Ebene des Unterkieferastes mit in die Schichtebene gebracht werden, was wegen der Varianten ohne vorherige Hilfsmittel schwer möglich ist.
Mit der Einführung der Möglichkeit zur Tomografie im Sitzen durch den Siemens-Universalplanigraphen Anfang der 50iger Jahre und durch das Polytome Ende der 50iger Jahre wurde die Beweglichkeit des Kiefergelenkes auch am sitzenden Patienten darstellbar. Der Planigraph ergab eine lineare Verwischung mit relativ großer Schichtdicke, während am Polytmoe durch die hypozykloidale Verwischung, einer Führung der Röhre ähnlich einem dreiblättrigen Kleeblatt, kleine Schichtdicken von einigen Millimetern Ausmaß zur Darstellung zu bringen erlaubte. Mit der Einführung des Diagnost-N in die Untersuchungspraxis des Radiologen war der Schichtwinkel, der optimal für die jeweilige Ebene des Unterkieferastes auszuwählen war, durch eine Durchleuchtung zu kontrollieren. Die Schichtebene war nun in der Ebene der Schädelbasis gelagert und nicht mehr senkrecht zu dieser, wie beim Siemens-Universalplanigraphen.
Diese Variante und Änderung der Verwischungsrichtung erlaubt gerade am Kiefergelenk eine bessere Übersicht über die Einzelheiten, auch wenn die Verwischung in linearer Ebene erfolgt. Es läßt sich weiter auch durch geringe Drehungen des Kopfes der Unterkieferast gut in die Richtung der Verwischungsrichtung bringen, so daß man neben einem Schnitt durch das Kiefergelenk auch die Ausbildung des Unterkieferastes und den Winkel des Unterkiefers noch beurteilen kann. Die funktionelle Anatomie des Kiefergelenkes wurde bereits aber durch Aufnahmen am offenen und geschlossenen Mund mit in Erwägung gezogen. Auch Aufnahmen am halbgeöffneten Mund mit einem Abstand von etwa 3 mm der Schneidezähne sind nach dem

Vorschlag von CLEMENTSCHITSCH (1952) möglich. Es wird damit die sogenannte Ruhe-Schwebestellung des Kiefers auch als Ruhestellung des Kiefergelenkes für die Aufnahme benützt.

D. RÖNTGENKINOTECHNIK:

Eine kinematografische Kontrolle ergibt letztlich heute die bestmögliche Einsicht in die Funktion des Kiefergelenkes. Röntgenkinematografische Aufnahmen sind nach Anwendung des Bildwandlers heute ohne Schwierigkeiten möglich. Problematisch ist die Aufnahmeeinstellung, wobei man durch leichte Drehung des Schädels um eine frontookzipitale Achse einen ähnlichen Effekt wie zu den Aufnahmen von SCHÜLLER erreichen kann.

Grundsätzlich ist festzustellen, daß sich bei der röntgenkinematografischen Untersuchung morphologische Einzelheiten besser im Gesamtbild, also in der Großformataufnahme darstellen lassen. Diese im kommerziellen Kino geläufige Tatsache verdient in der Röntgenkinematografie noch nicht die genügende Beachtung. So sind z.B. sämtliche Reklamefotos der kommerziellen Filmaufnahmen auf Großformat aufgenommen und keineswegs, wie man annehmen möchte, Vergrößerungen aus den laufenden Kinostreifen. Die Schwierigkeiten der Vergrößerung vom konventionellen Kinoformat auf Großformat sind zwar bekannt, aber nicht außerhalb des engeren Interessentenkreises. So ist letztlich die Röntgenkinotechnik nur zur Erfassung des Bewegungsvorganges im Kiefergelenk geeignet. Die anatomischen Einzelheiten sind vorher durch Übersichtsaufnahmen des Kiefergelenkes oder durch tomografische Aufnahmen zu klären.

Welche Beispiele der Funktionsanalyse man nun für die Röntgenkinematografie wählen soll, ist noch nicht erörtert. Einfaches Mundöffnen und Mundschließen ist ein zu gewöhnliches Beispiel, um über die Funktionsfähigkeit eines Kiefergelenkes überhaupt eine Aussage zu ermöglichen. Maximalstellungen sind zwar in der gewöhnlichen Röntgenübersichtstechnik des Kiefergelenkes schon bekannt. Man weiß, daß bei Hypoplasien der Gelenkanteile erhebliche Subluxationen auftreten, lediglich der Analyse des Kinoverfahrens ist es aber zugänglich, wann die Luxation und wann das Gleiten über den vorderen Gelenknymbus eintritt.

Die angewandte Technik der Röntgenkinematografie erlaubt über diese relativ langsamen Bewegungen gute Auskunft zu geben. Es wurden von einem 9"-Bildwandler mit einer Arriflex 35 bei einer Frequenz von 25 Bildern pro Sekunde der Bewegungsablauf der Öffnung und der Schließung des Kiefergelenkes verfolgt. Problematisch ist, wie bei jeder Röntgenkinematografie, die Auswertung der Aufnahmen. Es standen für diesen Zweck besondere Geräte mit extremer Bildstandsgenauigkeit und der Möglichkeit

der Reproduktion eines Einzelbildes im Vor- und Rücklauf zur Verfügung. Es war deshalb möglich, den Verlauf der Öffnung und Schließung des Kiefers bei den verschiedenen Winkelbildungen des Unterkieferastes zur Schädel - basis in Differenzzeiten von 20 Millisekunden darzustellen. Es läßt sich also bereits mit der konventionellen, bequem synchron zu steuernden Geschwindigkeit von 25/Sek. eine genügende Auflösung der Einzelbewegungen erzielen.

Die konventionelle Röntgenkinematografie dieser Art hat nun die Problematik, eventuell über Tonspuren jeweilige Einzeleinstellungen festzuhalten. Man kann also versuchen zu erreichen, daß bei der Intonation bestimmter Vokale die Öffnung des Kiefers und das mögliche pathologische Gleiten des Kiefergelenkes dargestellt wird. Hier bestehen aber noch erhebliche technische Schwierigkeiten der synchronen Verfilmung von Bewegungston, während gleichzeitig Festhaltung über Pilottonverfahren oder Sperratmechanismen möglich ist. Für die Gegebenheiten der Kiefergelenkanalyse ist jedoch die exakte Vergleichbarkeit zwischen laufenden Bewegungen nicht in der Größenordnung unter 100 Millisekunden notwendig.

Jedenfalls erlaubt die Röntgenkinematografie der herkömmlichen Aufnahmetechnik über den Bildwandler und synchrongesteuerte Aufnahmeapparatur eine genügend genaue Festlegung des Bewegungsvorganges einer Bewegungsanalyse des Kiefergelenkes.

IV. DISKUSSION

Bei der Erörterung der gegebenen Technik wurden die neueren Methoden der Tomografie und der Röntgenkinematografie des Kiefergelenkes in den Vordergrund gestellt. Es wurde betont, daß bei der Röntgenkinematografie der Bewegungsvorgang als solcher gegenüber der Großaufnahme durch die Erfassung des Details der einzelnen Bewegungen überlegen ist.

Der Bewegungsvorgang, der in der Kinematografie zu erfassen ist, zeigt vor allem bei bestimmten Vorgängen der Mundöffnung oder der transversalen Verschiebung ein Gleiten, das besonders bei der Hypoplasie des Kieferköpfchens deutlich wird.

Die Erfassung des Bewegungsvorganges bei der Arthropathie des Kiefergelenkes ist im einzelnen noch nicht abgeschlossen und weitere Beobachtungen sind notwendig. Bei der typischen Subluxation des Kiefergelenkes, verbunden mit dem Knacken und dem subjektiven Gefühl der Kiefersperrung oder der Kieferklemme findet sich aber in den jüngeren Lebensjahren am häufigsten die hypoplastische Mißbildung des Kieferköpfchens als Ursache dieser Störungen. Es zeigte sich bei der Analyse, daß die Hypoplasie des gelenkbildenden Anteils des Unterkiefers schwierig im Röntgenbild dargestellt werden kann, da die Breitenausdehnung des Gelenkanteils des Unterkiefers in Tomografie und konventioneller Röntgenkinematografie schwer zu erfassen ist. Einen neuen Weg ergeben hierzu die röntgenkinematografischen Aufnahmen unter Bewegung der Röntgenröhre und gleichzeitigem Einsatz der Kinematografie.

Es kommt also zu bereits bekannten Bewegungen des Unterkiefers bei den verschiedenen Funktionsanalysen des Kauens, des belasteten Kauens, des Kieferöffnens, bei der Intonation und in der Kieferhängelage zu gewissen Bewegungsmöglichkeiten, die gleichzeitige Drehbewegung der Röhre erlaubt, aber nun nicht nur den Bewegungsablauf in einer bestimmten Schnittebene von wenigen Millimetern, sondern in einem breiteren Schwingungsbereich der Röntgenröhre zu erkennen. Gerade die transversalen Bewegungen lassen sich in den verschiedenen, seitwärts ausladenden Bewegungen durch die transversale Einstellung klar und deutlich fixieren.

V. ZUSAMMENFASSUNG

Nach einer Darstellung von Anatomie und Physiologie des Kiefergelenkes wird die bisherige Methode der Röntgendarstellung bearbeitet. Es zeigt sich bei der Gegenüberstellung, daß die tomografische Untersuchung über Einzelheiten in den Endstellungen eines Bewegungsablaufes genügende Auskunft zu geben im Stande ist.

Mit der Röntgenkinematografie kann aber über Moment und Ausmaß der Funktionsstörung unter den verschiedenen Bedingungen einer gewählten Aufnahmeeinstellung Auskunft gegeben werden.

Herrn Professor Dr. K. DECKER möchte ich meinen herzlichsten Dank aussprechen für die Überlassung des Themas und die Betreuung der Arbeit.
Herrn Professor Dr. Dr. F. BRACHMANN danke ich für die wertvollen Ratschläge und Literaturhinweise.

VI. LITERATURVERZEICHNIS

Althoff, J., Mohr, U. und D. Schlegel:
Hormonelle Einflüsse auf das Skelett der Ratte.
DZZ 21, 1, 122 (1966)

Alverdes, K.:
Grundlagen der Anatomie.
Georg Thieme-Verlag, Leipzig - 1959

Axhausen, G.:
Die Krankheiten der Gelenke.
Allgemeine Chirurgie in der Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde,
München, 1949.

Bomann, K.:
Temporomandibular joint arthrosis and its treatment by exstirpation of the disc.
Acta chir. scand. Vol. CV, Suppl. 118 (1947).

Brachmann, F.:
Ein Beitrag zur röntgenologischen Darstellung des Kiefergelenkköpfchens.
Zahnärztliche Welt 13 (1950)

Clementschitsch, F.:
Die Röntgendarstellung des Gesichtsschädels.
Verlag Urban & Schwarzenberg - Wien, 1948.

Costen, I.B.:
A syndrome of ear and sinussymptome depending the temporomandibular joint.
Ann. Rhin. Laryng. 43, 1 (1934).

Dufourmentel, L.:
Chirurgie de l'articulation temporomaxillaire.
Masson Et Cie, Paris - 1929.
Zit. bei Axhausen, s.o.

Eschler, J.:
Die Muskelfunktion bei Kiefergelenkankylose und ihre Auswirkung auf Kiefer- und Paradentien.
Dtsch. Zahn-, Mund- und Kieferheilk. 17, 251 (1953).

Frenkel, G.:
Histologische Untersuchungen am Discus articularis.
DZZ 20, 6, 616 (1965)

Frenkel, G.:
Untersuchungen mit der Kombination Arthrographie und Tomographie zur Darstellung des Discus articularis des Menschen.
DZZ 20, 11, 1261 (1965).

Gerber, A.:
Logik und Mystik der Kiefergelenkbeschwerden.
Schw. Monatsschr. f. Zhlk. 74, 3 (1964)

Gerber, A.:
Die funktionelle Gebißanalyse als Grundlage der akklusalen Rehabilitation.
DZZ 21, 28 (1965)

Günther, H.:
Röntgenbefunde bei arthrogenen und nicht arthrogenen Schmerzen im Kiefergelenkbereich.
DZZ 22, 2, 281 (1967)

Gysi, A.:
Beitrag zum Artikulationsproblem.
Berlin - 1908

Hielscher, W.:
Über die Diagnostik der funktionsbedingten Kiefergelenkerkrankungen.
Dtsch. Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde 37, 251 (1962)

Hielscher, W.:
Therapeutische Möglichkeiten bei kondylären Bewegungsstörungen.
DZZ 20, 11, 1181 (1965)

Hupfauf, L.:
Untersuchung und Diagnostik bei funktionellen Erkrankungen des Gebißes und Bewegungsapparates.
DZZ 21, 11, 1285 (1966)

Kjellberg:
zit. bei Lindblom - s.u.

Lauritzen, A., Wolford, L.:
Occlusal relationship. The split-cast method for articular techniques.
J. prosth. Dent. 12, 256 (1964)

Lindblom, G.:
On the Anatomy and Function of the Temporo-mandibular Joint.
Acta odont. scand. 17, 28 (1960)

Mathis und Hammer:
Über die Möglichkeiten der Tomographie in der Stomatologie.
Ztschr. f. Stomat. 1939, 749 (1941)

Müller,
zit. bei Günther, s.o.

Nowakowski,
zit. bei Steinhardt, s.u.

Parma, C.:
Röntgenographie der Zähne und der Kiefer.
Verlag Urban & Schwarzenberg, Berlin u. Wien - 1936

Poeschel,
Fortschritte auf dem Gebiet der Röntgenstrahlen 1940
Habilitationsarbeit - 1945.

Pommers,
zit. bei Steinhardt, s.u.

Puff, A.:
Zur funktionellen Anatomie des Kiefergelenkes.
DZZ 18, 1385 (1963)

Rüdinger, N.:
Gelenknerven des menschlichen Körpers.
Erlangen 1857, 5 - 9 Ferdinand Enke.

Schmid, F.:
Zur Innervation der Articulatio temporomandibularis.
Med. Diss., München - 1966.

Sicher,
zit. bei Lindblom, s.o.

Spirgi, M., Nicolas, G.:
Die Lauritzen-Technik für die Therapie parodontaler Läsionen und funktioneller Störungen des Kiefergelenkes.
DZZ, 22, 6, 811 (1967)

Steinhardt, G.:
Kiefergelenkerkrankungen.
Dtsch. Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde 3, 517 (1957)

Steinhardt, G.:
Röntgenologische und vergleichende anatomische Untersuchungen zur Diagnostik des gesunden und kranken Kiefergelenkes.
Dtsch. Zahnärztl. Wschr. 37, 2, 38 (1934)

Thilander, B.:
Innervation of the temporomandibular joint in man.
Publications med. Research Library 2, 7 (1961)
Stockholm Umea 1961

Wasmund, M.:
Die akuten Entzündungen des Kiefergelenkes.
Dtsch. Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde 1935.

Weiskopf, J.:
Die Bedeutung der Bewegungsgeräusche im Zusammenhang mit Bewegungsbahnen beim Öffnen und Schließen als Symptom chronischer Kiefergelenkserkrankungen.
Dtsch. Stomat. 14, 719 (1964).

LEBENSLAUF

Am 10. Juni 1942 wurde ich als Tochter des Lehrers Albert Gunkel und seiner Ehefrau Angelika, geborene Schreiber, in Bromberg in Westpreußen geboren.

Ab 1947 besuchte ich die Volksschule in Bochum und setzte den Schulbesuch in der Schiller-Schule, einem städtischen neusprachlichen Mädchengymnasium in Bochum fort. Im Februar 1961 erhielt ich dort das Reifezeugnis.

Im Sommersemester 1961 begann ich das Studium der Chemie an der Universität zu Köln, im Wintersemester 1961/62 wechselte ich die Fakultät und studierte Zahnmedizin an der Universität München, wo ich am 10.8.1963 die zahnärztliche Vorprüfung und am 6.7.1966 die zahnärztliche Prüfung mit Erfolg ablegte. Die Bestallung als Zahnärztin erhielt ich am 15. Juli 1966.

Seit dem 1. September 1966 bin ich als Verwalterin einer wissenschaftlichen Assistentenstelle in der Prothetischen Abteilung der Klinik für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde der Universität München unter der Leitung von Professor Dr. H. van Thiel bzw. dessen Nachfolger, Professor Dr. E. Kraft, tätig.